

LES VERTÉBRÉS

Présence d'une symétrie bilatérale.

La corde : modèle de colonne vertébrale protégeant en partie le système nerveux.

Les Cordés :

- ◆ les Tuniciers = Urocordés (invertébrés marins) ⇒ Corde seulement à l'état larvaire
- ◆ les Céphalocordés = Amphoxius (invertébrés marins)
= *Procordés*
- ◆ les Vertébrés ⇒ Corde à l'état larvaire
qui disparaît à l'état adulte
pour former des vertèbres.

❖ Principales caractéristiques :

- Corps délimité : tête, tronc, queue.
- Tube nerveux dorsal (⇒ *épineuriens*) au niveau de la partie antérieure
+ forte dilatation de l'encéphale
- Colonne vertébrale métamérisée en vertèbres
- Présence de tissu osseux
- Fentes au niveau du *pharynx* = fentes branchiales présentes au moins chez l'embryon
- Appareil circulatoire entièrement clos (= endigué) + appareil contracteur : le *cœur*
- Système endocrinien très complexes (nombreuses glandes endocrines)
- Reproduction sexuée unique
- Tube digestif ventral, dont la bouche se met en place après l'anus ⇒ *deutérostomiens*

❖ Classification phylogénétique :

APPAREIL TÉGUMENTAIRE

= peau = interface entre le milieu interne et externe

❖ Ses rôles :

- protecteur
- respiratoire (échanges gazeux)
- sensoriel (terminaisons nerveuses)
- excréteur (composition de la sueur similaire à celle de l'urine)
- sécréteur (glandes)
- régulateur thermique
- osmorégulation ⇒ pour les vertébrés aquatiques
- réserves (graisses)

❖ Structure :

➤ L'épiderme (origine ectoplasmique) :

couche pluristratifiée = entassement de cellules où les plus jeunes repoussent les précédentes.

-
-
-
-
-
-
-

Les anciennes s'atrophient et meurent pour devenir de la *kératine* (imperméable à l'eau)

La *kératine* s'enlève avec l'usure ou avec le phénomène de mue.

△ pour les animaux aquatiques : l'imperméabilité de la *kératine* ne permet pas l'osmorégulation

⇒ les cellules restent vivantes et tombent.

➤ Le derme (origine mésodermique) :

Il correspond à un tissu conjonctif assurant le soutien de l'épiderme, ainsi que ça nutrition via la basale. ⇒ présence d'une vascularisation et des terminaisons sensorielles.

+ cellules pigmentaires et cellules de réserve.

➤ L'hypoderme :

C'est un tissu lâche (faible densité des fibres) qui permet la souplesse de la peau par rapport aux organes en dessous. Il permet aussi un grand stockage de graisse (= *pannicule adipeux*)

➤ Coloration de la peau :

⇒ propriétés structurales chimiques, physiques et biologiques.

- vascularisation importante (ex : crête du coq)
- dispersion différente sur la peau ⇒ effet de Tyndall (ex : plume d'oiseau)
- cellules spécifiques à la coloration (= *chromatophore*)
 - ⇒ plusieurs types de pigments :
 - mélatophores* : pigments noirs ;
 - xanthophores* : pigments jaunes ;
 - érythrophores* : pigments oranges, rouges ;
 - lencophores* : pigments blanc argenté.

Un chromatophore ne contient qu'un seul pigment.

-
-
-
-
-
-

❖ Les phanères :

= production épidermique kératinisée (surtout chez les *Agnathes*)

➤ Les écailles cornées :

-
-
-
-

Les reptiles : sur la totalité du corps (voire des expansions en crêtes dorsales)

Les oiseaux : sur les pattes

Les mammifères : extrémités de la queue (rongeurs, marsupiaux) ou sur le ventre et le dos
(ex : le tatou, le pangolin)

➤ Le bec corné :

= étui de kératine autours des lèvres inférieures et supérieures (oiseaux, tortues, « monotrèmes »
ex : ornithorynque)

La présence d'un bec induit une absence de dents.

➤ Les cornes :

= expansion kératinisée observée sur la tête.

Exemple le plus commun : *Les bovidés* : une paire de cornes creuses et permanentes.

Autres exemples : *Antilocarpa* : une paire de cornes creuses mais caduques

Le rhinocéros : une unique corne, basale ⇒ agglomération serrée de poils
(poils morts ⇒ kératine)

➤ Les griffes et les ongles :

- Les griffes = étui complet qui entoure l'extrémité du doigt (*dernière phalange*)
⇒ croissance en longueur et en épaisseur (=sole)
- Les ongles = absence de sole ⇒ pas de croissance en épaisseur
- Le sabot

➤ Les poils :

= filament kératinisé (*mammifères*)

-
-
-
-
-

Le poil a une croissance continue mais a une durée de vie limitée avec remplacement.

Exception : *Le mouton* : la durée de vie est illimitée.

Il existe différents types de poils :

- Les poils laineux (=bouffe) : souples à surface rugueuse ⇒ bonne isolation ;
- Les poils de couverture (=crinière) : durs à surface lisse ;
- Les vibrisses : très raides à rôle sensoriel (tactile).

➤ Les plumes :

Elles ont une croissance et une durée de vie limitées.

Il existe différents types de plumes :

- plumes de contours :
- plumage adulte (= téléoptile) ;
- plumes de duvet = plumules ;
- plumes filiformes = filoplumes.

-
-
-
-
-

❖ Les glandes cutanées

= glandes épidermiques. Elles sont de grande taille et comme l'épiderme est fin, elles s'enfoncent dans le derme.

Les Agnathes et les poissons : pas de glandes cutanées ⇒ que des *glandes à mucus* qui ont un rôle de protection et qui permettent une plus grande facilité du glissement dans l'eau.

Les batraciens : aussi présence de glandes à mucus qui permettent d'hydrater la peau pour la respiration.

Il existe 2 types différents de glandes à mucus ; et parfois ces glandes se transforment en *glandes vénéneuses* ⇒ rôle de défense (ex : le crapaud)

Les reptiles : présence de glandes dont la sécrétion est en relation avec l'activité sexuelle (ex : marquage du territoire)

⇒ la nomination de ces glandes sont souvent en fonction de leur localisation :

- *Les lézards* : *glande inguinale* (située dans la face intérieure de la cuisse)
- *Les serpents* : *glande anale*
- *Les crocodiles et les tortues* : *glande maxillaire* (=glande à mucus)
- *Les oiseaux* : *glande uropygienne* (située sous la face dorsale du reste de queue)
⇒ lustrage des plumes.
- *Les mammifères* : il y a une grande variété de glandes cutanées :

➤ Les glandes sébacées :

⇒ production de *sébum* (=sécrétion grasse et huileuse servant à lustrer le poil).

Les glandes sébacées ne sont pas toujours associées à un *follicule pileux*.

Il existe des glandes sébacées spécialisées :

- Les glandes sécrétant du *cérumen* (cireux) dans le conduit auditif.
- Les *glandes méibomius* à la base des cils.

△ Tous les mammifères ne présentent pas de glandes sébacées (ex : l'éléphant)

➤ Les glandes sudoripares :

Elles produisent la sueur qui comporte certains composés de l'urine (⇒ rôle excréteur)
+ rôle dans la régulation thermique.

L'homme : avant la puberté : sueur légère, non associée au follicule pileux.

après la puberté : sueur plus dense et plus visqueuse ; la glande débouche sur un follicule pileux.

Il existe des glandes sudoripares spécialisées (très localisées) ⇒ rôle de communication sociale.

Le chameau : en position dorsale ;

La chauve-souris et l'antilope : sur la face ;

Le chat, le chien et les rongeurs : au niveau de l'anus.

➤ Les glandes mammaires :

Elles ne sont fonctionnelles que chez la femelle et produisent du lait pour le petit.

- Cas le plus simple : *l'ornithorynque* : le lait suinte à travers des poils et glissent sur ceux-ci.

-

-

-

- La glande mammaire avec citerne : *la vache* :

-

-

-

-

- La glande mammaire sans citerne : *la femme* :

-

-

-

❖ Production squelettique du derme :

= production d'éléments d'une certaine rigidité ayant une fonction de soutien au niveau des organes et au niveau global de l'organisme.

le soutien est assuré par des **tissus conjonctifs** (=substance qui produit des fibres conjonctives ordinaires, élastique ou à collagène). Suivant la densité de ces fibres, les tissus conjonctifs sont plus ou moins rigides ou élastiques.

Les Agnathes : les tissus conjonctifs sont les seuls constituants du squelette interne de l'animal
(ex : la lamproie)

Dans certains cas, il y a spécialisation des tissus conjonctifs = **tissus hématopoïétiques**
(= tissus produisant les éléments sanguins)

➤ Les tissus cartilagineux :

= tissu conjonctif qui va être minéralisé avec des sulfates ⇒ résistance et élasticité.

La chondrification = formation d'un cartilage

Les Chondrichthyens : présence d'un squelette essentiellement constitué de cartilage.

➤ Les tissus osseux :

Ils proviennent de sels divers de calcium et ont une minéralisation plus ou moins poussée.

La minéralisation se fait par les **cistéocytes** qui fixent les sels minéraux.

- **Les tissus osseux de base** (60 à 65 % de sels minéraux)
- **Le ciment** (65 à 70 %)
- **La dendrite, l'ivoire** (70 à 75 %) ⇒ minéralisation par les **odontoblastes**.
- **La ganoïde** (90 %) ⇒ aspect lamellaire du à la minéralisation périodique.
- **D'autres substances très minéralisées** comme l'émail à base d'apatite.
⇒ d'origine ectoblastique et produites par les **adomentoblastes**.

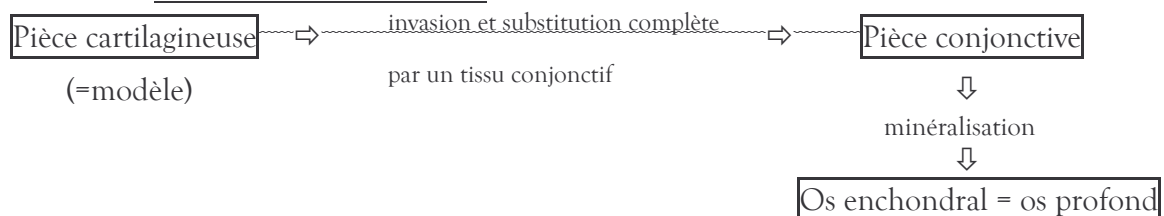
➤ Endosquelette et exosquelette :

Les parties osseuses n'ont pas toutes la même origine.

- **Ossification dermique :**



- **Ossification enchondrale :**



- **Produits de l'ossification dermique visible de l'extérieur = Exosquelette.**

Les Chondrichthyens (=poissons cartilagineux) : l'écaïlle (similaire à une dent) :

-
-
-

Les Téléostéens (=poissons osseux) : l'écaïlle :

-
-

Téléostéens peu évolués : écaïlle cycloïde :

-
-

Téléostéens évolués : écaïlle dénoïde :

Les Cervidés : le bois (formation caduque)

-
-

un cor = une ramification de l'axe principal.

La vache : l'os cornu (sous la corne)

Les tortues et le tatou : la carapace :

-
-
-

APPAREIL SQUELETTIQUE = ENDOSQUELETTE

= les cartilages et les os répartis en 3 organes :

- Le squelette axiale = colonne vertébrale : les vertèbres se forment autour de la corde.
- Le squelette céphalique = crâne : protection de l'encéphale et de la partie antérieure du tube digestif.
- Le squelette appendiculaire et zonal : au niveau des membres et de la ceinture.

❖ Le squelette axial :

➤ Les vertèbres :

Zygapophyse : articulation entre les vertèbres.

Diapophyse : articulation des côtes.

-
-
-

Le centre, vue de profil :

Les Poissons : vertèbre amphicœle :

-
-

Les Reptiles et les Amphibiens anoures : vertèbre procœle :

-
-

Les amphibiens urodèles : vertèbre opisthocœle :

-
-

Les oiseaux : vertèbre hétérocœle :

-
-

Les mammifères : vertèbre platycœle (=acoœle) :

-
-

Dans la colonne vertébrale, toutes les vertèbres ne sont pas totalement identiques ⇒ présence de plusieurs régions :

Les Poissons :

-
-

Les Amphibiens :

-
-

Les Reptiles :

-
-

Les oiseaux et les Mammifères :

-
-

Chez les mammifères ⇒ toujours présence de 7 vertèbres cervicales.

➤ Les côtes :

Les Poissons cartilagineux : côtes *monocéphales* (= un seul appui sur la vertèbre) en direction dorsale.

Les Poissons osseux : côtes *monocéphales* en direction ventrale.

△ Les côtes ne sont pas des arêtes ! (arête = production dermique entre les myoceptes)

Les *Tétrapodes* : côtes *bicéphales* (= double appui sur la vertèbre) en direction centrale.

⇒ fixation sur le *sternum* (**exception** : les serpents et les tortues)

Les *mammifères* : le sternum est constitué de sternèbres.

Les *oiseaux* : présence d'un large sternum et d'un bréchet.

❖ Le squelette céphalique (=crâne) :

Il entoure l'encéphale dorsalement et ventralement, ainsi que la partie antérieure du tube digestif.

Il se divise en deux parties : - le *neurocrâne* qui protège l'encéphale en position dorsale.

- le *splanchnocrâne* qui protège l'encéphale en position ventrale.

➤ Le neurocrâne :

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

▪ Embryologie : (embryon en vue dorsale)

- A l'avant de la moelle épinière, se forme l'encéphale sous lequel on a l'apparition d'une lame cartilagineuse qui s'élabore à partir de points de chondrification (dans la partie médiane)

⇒ *Trabercules, polaires et paracordeux*.

- Production de cartilage qui s'étale en direction centrifuge.

- A la périphérie, il y a d'autres points de chondrification ⇒ *capsules* où se logent certains organes sensoriels. Au niveau de ces points, au contraire, le cartilage se développe en direction centripète.

- Les cartilages se rencontrent ; on obtient une lame (pas encore une boîte)

- La production continue, la lame va déborder et se refermer au dessus de l'encéphale.

⇒ création d'une boîte.

- Présence de quelques orifices au niveau des capsules pour laisser passer les nerfs et d'un orifice à l'arrière par lequel sort la moelle épinière (= *trou occipital*)

- Pour le point de chondrification de la capsule optique, la production de cartilage s'arrête très tôt. Il ne participe pas à la fabrication de la lame mais la capsule est quand même englobée dans le neurocrâne par la production des autres capsules.

⇒ BOÎTE CARTILAGINEUSE .

Les *Agnathes* : la boîte n'est pas complète, elle ne se referme pas. Parfois, il y a une régression ultérieure ⇒ organe très primitif.

Les *Chondrichthyens* (=poissons cartilagineux) : cette boîte est permanente.

Les *Poissons osseux* et les *Tétrapodes* : il y a une complication :

- Ossification enchondrale de la boîte cartilagineuse.
- A l'extérieur, production d'os dermique qui viennent se plaquer à la boîte enchondrale et qui la double littéralement

⇒ BOÎTE A DOUBLE PAROI.

Les *poissons* : présence de plusieurs dizaines d'os.

Les *Amphibiens* et les *Mammifères* : présence d'os moins nombreux et plus gros.

➤ Le Splanchnocrâne :

Il contient la cavité buccale, le pharynx (en arrière) et une ouverture latérale (= fentes viscérales acquérant une fonction respiratoire ⇒ *les fentes branchiales*).

Il se décompose en 7 arcs viscéraux.

Vue latérale gauche :

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Le basihyal = petite pièce médioventrale qui relie le *cératohyal* gauche au droit.

⇔ relie les 2 arcs *hyoïdes*.

Le basibranchial = petite pièce médioventrale qui relie l'*hypobranchial* gauche au droit.

⇔ relie les 2 arcs *branchiaux* correspondants.

Au départ, le splanchnocrâne est cartilagineux. Il le reste chez les *Chondrichthyens* et devient osseux chez les *poissons osseux*.

Les Tétrapodes : on passe à une vie aérienne ⇒ les branchies régressent.

▪ L'arc mandibulaire :

- *Le palatocarré* :

Il subit une ossification enchondrale à l'arrière

⇒ le carré + l'*épiptérygoïde* (qui se soude au neurocrâne)

- *Le cartilage de Meckel* :

Il subit une ossification enchondrale ⇒ l'*articulaire* (petit os)

Le reste ne subit pas d'ossification mais il subsiste quelques os dermiques

⇒ mâchoire inférieure = *mandibule*.

▪ L'arc hyoïde :

- *La hyomandibule* :

Elle s'ossifie en entier enchondralement ⇒ la *columelle*.

(columelle + carré = oreille)

- *Le cératohyal* :

Il reste cartilagineux et s'associe avec l'arc branchial 1 = *cartilages hyoïdes* = squelette de la langue.

Certains vertébrés ont un squelette de la langue cartilagineux qui donne un aspect rigide (pas chez l'homme).

▪ Les pièces des arcs branchiaux 2 et 3 :

Elles restent cartilagineuses et deviennent les cartilages du larynx ⇔ les cartilages se mettent au niveau de la région de la *glotte* et permettent souvent la production du son.

▪ Les pièces des arcs branchiaux 4 et 5 :

Elles disparaissent.

Le splanchnocrâne est réduit, rien à voir avec ce que l'on observe chez les poissons chez qui cela se complexifie.

▪ Remarques :

- Le carré, l'articulaire et la columelle sont appelés *osselets de l'oreille* et constituent la chaîne servant à la transmission des sons entre la face intérieure du *tympan* et la région profonde de l'oreille.

Chez les *Mammifères*, ils sont appelés : *enclume*, *marteau* et *étrier* (car ils rappellent ces formes).

- Chez *les Mammifères*, qu'un seul os dermique participe à la formation de la mandibule = *le dentaire* (on ne peut pas dire à la vue s'il s'agit d'os dermique ou enchondrale)

❖ Le squelette appendiculaire et zonal :

Le type fonctionnel dépend du mode de vie :

- vie aquatique ⇒ *nageoire*
- vie aérienne ⇒ *membre chiridien*

➤ La nageoire :

= repli cutané soutenu par des *rayons squelettiques* qui peuvent être en relation ou non avec la colonne vertébrale.

- Nageoire *impaire* : les rayons squelettiques s'appuient sur une région intermédiaire qui s'appuie sur la colonne vertébrale. Il existe 3 types de nageoire impaire :
 - la nageoire *caudale*,
 - la nageoire *dorsale*,
 - la nageoire *anale* (à côté de l'anus).
- Nageoire *paire* : les rayons de la nageoire s'appuient sur des pièces appelées *ceintures* mais qui ne s'appuient pas sur la colonne vertébrale. Il existe 2 types de nageoire paire :
 - la nageoire *pectorale* (à l'avant),
 - la nageoire *pelvienne* (plus en arrière).

Les nageoires des poissons ne sont pas des organes propulseurs. C'est la musculature latérale du poisson qui le fait avancer ; les nageoires servent à stabiliser les mouvements, contrôler les changements de direction et freiner si nécessaire.

➤ Le membre chiridien : cf. TP

Fondamentalement, ce membre a 5 doigts ; cependant, on connaît quelques fossiles où ce membre présente 6, voire 7, doigts (caractère fondamental ou ajout surnuméraire ?)

⇒ évolution et stabilisation sur le nombre de 5.

➤ La ceinture :

Membre antérieur ⇒ ceinture pectorale,

Membre postérieur ⇒ ceinture pelvienne.

▪ La ceinture pectorale :

A l'origine : présence de 2 pièces enchondrales (2 paires) :

- une pièce dorsale = *la scapula*,
- une pièce en position dorsale = *le procoracoïde*.

A la limite des 2, une cavité se forme = la cavité glénoïde qui reçoit la tête de l'humérus.

-
-
-
-

Les Mammifères : la scapula devient un os plat = *l'omoplate* ; *le coracoïde* se réduit à *l'apophyse* qui se soude à l'omoplate. Le tout se complique par l'intervention d'os dermiques.

Les Reptiles : viennent s'y ajouter des os dermiques.

Les Tétrapodes : présence de 3 os dermiques.

Les Mammifères : présence ou non d'un seul os dermique ⇒ *la clavicule* (donne une rigidité). Certains mammifères n'ont pas de clavicule ou alors réduite et non fonctionnelle.

A l'origine, les 2 clavicules se touchent.

Ex : le chat n'a pas de clavicule ; quand il se reçoit sur ses pattes après un saut de 3m, les épaules reculent et amortissent la chute.

▪ La ceinture pelvienne :

Il n'y a pas d'intervention d'os dermiques ⇒ que des os enchondraux avec une origine exclusivement enchondrale.

Les Agnathes : ceinture pelvienne absente.

Les Poissons : ceinture pelvienne réduite.

Les Tétrapodes : présence de 3 paires d'os.

-
-
-
-
-
L'ilion = os dorsal qui s'appuie sur la colonne vertébrale.

Le pubis = os en position antéroventrale.

L'ischion = os en position postéroventrale.

Le pubis gauche et droit s'unissent par une symphyse.

La grenouille : la symphyse est presque une soudure.

Les Mammifères : la symphyse pubienne n'est pas une soudure car les 2 pubis, chez la femelle, doivent s'écarter la mise bas.

Quand le vertébré se redresse (oiseau, homme), la ceinture pelvienne prend l'aspect d'une corbeille : le bassin qui supporte tout le poids du corps.

▪ Os et cartilages surnuméraires :

Ce sont des pièces cartilagineuses ou osseuses n'ayant rien à voir avec le squelette

⇒ très inconstantes d'une espèce à l'autre.

on les répartit en 2 catégories :

- Les os sésamoïdes = petits osselets au niveau des tendons et des articulations parfois relativement gros (ex : la rotule) ou très petits.
- Les os hétéro typiques :

= os cardiaques, chez les Bovins, servant de soutien aux valvules cardiaques.

= os au niveau du diaphragme, chez le chameau, qui est plus ou moins plat.

= os pénien dans le pénis, chez les insectivores, les rongeurs, les carnivores et certains primates.

= os clitoridien, équivalent de l'os pénien chez la femelle, chez les rongeurs, la chatte et certains carnivores et certains primates.

APPAREIL DIGESTIF

⇒ origine mésoblastique. Il est ouvert à l'avant et à l'arrière. la transition nécessaire avec le système tégumentaire fait qu'il est mixte : ectoblastique et mésoblastique. Il se situe sous la corde.

La nomenclature officielle en biologie est un intestin divisé en 2 parties :

- l'intestin céphalique composé d'une bouche, d'une cavité buccale et d'un pharynx.

- L'intestin tronchal : antérieur comprenant l'œsophage et l'estomac.

moyen = intestin grêle.

postérieur = gros intestin et éventuellement un cloaque (anus).

❖ La bouche et la cavité buccale :

La bouche est l'ouverture même ; ce qui est en arrière est la cavité buccale. La bouche est délimitée par des replis : les lèvres plus ou moins charnues et plus ou moins développées selon l'ouverture de la bouche.

La grenouille : les commissures sont très en arrière ⇒ la bouche est très largement fendue.

Les Mammifères : la bouche est beaucoup moins fendue, ce qui implique la présence de joues.

Les lèvres peuvent être kératinisées et transformées en bec.

La partie supérieure dorsale de la cavité buccale est le palais ; il est perforé par une paire d'orifices qui sont les narines externes (= choanes). Elles communiquent avec les narines internes : l'air entre dans la cavité buccale.

Chez les animaux supérieurs, les choanes vont être repoussées vers l'arrière car le palais va se dédoubler

⇒ la glotte.

Sur le palais : présence de rides transverses plus ou moins cornées.

Le chien, le chat : les replis sont très kératinisés.

La baleine : les replis pendent ⇒ les phanons qui permettent de filtrer l'eau de mer.

Sur la partie inférieure : présence d'un organe impaire = *la langue* qui peut avoir un squelette qui sera de forme et de mobilité variables. La langue a des fonctions différentes :

- rôle de préhension \Rightarrow langue *protractile*. Chez le caméléon, elle se détend de 2 à 3 fois sa longueur.
- rôle sensoriel, gustatif \Rightarrow essentiellement des papilles gustatives.
- rôle dans le brassage de la nourriture.
- rôle dans la phonation \Rightarrow harmonisation entre la langue et les lèvres \Rightarrow son articulé.

Δ la langue n'a aucun rôle dans la production du son !

Les dents sont des organes très minéralisés, présentant de la dentine, de l'émail et du ciment. Ces dents peuvent se trouver fondamentalement n'importe où dans la cavité buccale dès lors qu'il y a un os dermique pour leur implantation. Chez certains poissons, elles sont implantées partout.

La grenouille : présence de 2 petites *dents vomériennes* entre les choanes (portées par un os : *le vomer*). Les proies sont avalées telles quelles : ces dents ne sont plus que des vestiges.

Formation d'une dent : à partir d'un *bourgeon dentaire*.

L'épithélium buccal s'enfonce dans le derme. Le bourgeon dentaire cet aspect car le derme réagit et s'enfonce. Dans le bourgeon dentaire, *l'organe adamantin* se différencie où se situent des cellules
= *les adamantoblastes* (=cellules qui produisent l'émail).

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

présence d'*innervation* \Rightarrow saignement quand la dent est arrachée et douleur.

Dans le bourgeon, il existe un *bourgeon jumeau* qui prend le relais si l'autre tombe (= prend la place de *l'alvéole* de la 1^{ère} dent

La denture : nombre de dents dans chaque catégorie de dents (32 dents en tout pour l'homme, réparties en *incisives*, *canines* et *molaires*). La dentition implique le remplacement éventuel des dents :
dent *lactéale* \Rightarrow dent définitive.

Les glandes buccales = cellules à mucus identiques à celles de la peau sauf que le mucus est déversé dans la cavité buccale.

Les reptiles : présence de glandes vénéneuses pour anesthésier les proies \Rightarrow rôle offensif. Le venin est déversé au niveau des *crochets* (= dents spécialisées pour inoculer le venin).

Les Mammifères : présence de glandes salivaires (3 chez l'homme) qui commencent la digestion chimique \Rightarrow production d'enzymes déversées dans *la salive*.

❖ Le pharynx :

Son rôle respiratoire disparaît chez *les Tétrapodes*. La glotte s'ouvre ventralement, c'est le point de départ de la trachée. La glotte est un carrefour important : les voies respiratoire et digestive se croisent

- avant la glotte, la voie respiratoire est au-dessus de la voie digestive.
- après la glotte, l'œsophage est au-dessus de la trachée ventrale.

Un petit artifice permet de ne pas avoir d'accident. le rôle du pharynx est réduit sauf au niveau *des parois pharyngiennes* qui peuvent se différencier en certaines glandes comme

- *la thyroïde* (qui intervient dans le métabolisme de l'iode),
- *le thymus* (qui intervient dans la croissance),
- *les corps épithéliaux* (=parathyroïde), etc.

❖ L'œsophage :

En principe, c'est un simple *canal de transit* qui conduit les aliments du pharynx à l'estomac

⇒ pas de rôle chimique.

Cependant, il existe 2 différenciations particulières :

- *Les Poissons actinoptérygiens* : formation, à partir de la paroi dorsale, d'une ouverture dirigée vers l'arrière et qui s'évase = *vessie natatoire* ou *vessie gazeuse*.

-

-

-

C'est une poche à paroi fine contenant des gaz (O_2 , N_2 , ...)

⇒ rôle hydrostatique qui allège qui est dans l'eau.

⇒ rôle dans la respiration : O_2 peut être utilisé dans certains cas.

⇒ peut-être rôle dans l'audition : elle peut se diriger vers l'avant, s'accoler en partie postérieure de l'oreille et servir de cavité de résonance pour amplifier les sons.

-

-

-

Les Poissons physostomes : la vessie est encore en relation avec l'œsophage.

Les Poissons physoclistes (plus évolués) : la vessie n'est plus en rapport avec l'œsophage.

- *Les oiseaux* : l'œsophage montre latéralement une poche en cul-de-sac = *le jabot*, très développé chez les oiseaux granivores. *L'épithélium intérieur* produit des sécrétions qui vont réhydrater les graines (la digestion est un série d'hydrolyse : nécessité d'eau).

Les Rapaces : le jabot est réduit car le nourriture n'est pas à base de graine.

Le « lait » de *pigeon* = sécrétion blanchâtre contenant des protéines, cette solution est dégurgitée pour nourrir les petits.

❖ L'estomac :

La cardia = limite entre l'œsophage et l'estomac, parfois pas très nette (cf. : dissection de *la grenouille*) mais histologiquement (= évolution et évolution d'un organisme) bien nette.

Le pylore = limite entre l'estomac et l'intestin.

La forme de l'estomac est variable :

Les Poissons : estomac pas très large et linéaire.

Les Amphibiens et les Reptiles : estomac replié sur lui-même.

Les Oiseaux : estomac divisé en 2 poches :

- La poche antérieure à paroi relativement peu épaisse = *ventricule succenturié* qui représente un estomac spécialisé ⇒ *estomac glandulaire*.
- *Le gésier* qui représente l'estomac mécanique broyant et écrasant les aliments ; donc à paroi épaisse. On y trouve souvent de petits cailloux aidant au broyage des aliments, l'oiseau en picorant avale quelques petits cailloux.

-

-

-

-

-

Les Mammifères : il y a une grande variété de formes d'estomac.

L'homme :

La souris :

-

-

Le plus important est chez *les ongulés ruminants* qui ont un estomac à 4 poches :

-

-

-

La rumination se fait en 2 temps :

- La vache coupe l'herbe sans la mâcher, l'avale immédiatement. L'herbe va séjourner dans la panse pendant plusieurs heures et va subir une fermentation bactérienne.

Quand la panse se remplit \Rightarrow rumination.

L'herbe est régurgitée par petites pelotes dans la bouche \Rightarrow mastication & rumination.

- Après la rumination, un mécanisme réflexe bloque l'entrée de la panse et du bonnet par un petit clapet. L'herbe ruminée passe dans le feuillet puis dans la caillette. L'action chimique de la digestion se fait essentiellement dans l'estomac mais continue dans l'intestin.

❖ L'intestin :

Sa longueur est relative.

Les herbivores : l'intestin est plus long à cause du fait que les végétaux sont plus lents à être digérés.

Les ruminants : aide de micro-organismes et de champignons microscopiques.

L'importance est axée sur la surface efficace (= surface d'action).

L'intestin a 2 rôles : terminer l'action chimique de l'estomac et commencer à assimiler les nutriments.

Les Agnathes et certains poissons : présence d'une rampe spiralée, ce qui augmente le temps du trajet et améliore la digestion et l'assimilation.

-
-
-
-

Certains autres poissons : présence de cæca pyloriques (1 cæcum)

-
-
-
-

La surface d'action peut aussi être augmentée par des villosités et éventuellement des valvules conniventes (= replis importants de la muqueuse).

-
-
-
-

L'homme : surface d'action=40m²

A partir des oiseaux : distinction nette entre l'intestin grêle et le gros intestin (=colon)

Dans le gros intestin, il n'y a plus de villosités ; certaines assimilations s'effectuent mais il n'y a plus de digestion. La partie terminale du colon est le rectum qui débouche sur l'extérieur par l'anus.

Les mammifères : présence d'un seul cæcum dont on ne connaît pas l'utilisation = l'appendice.

❖ Le foie et le pancréas :

➤ Le foie :

Il naît à partir d'un bourgeon dans la région pylorique et a un double rôle :

- Un rôle de sécrétion externe :

La vésicule biliaire produit la bile qui est évacuée par le canal biliaire (ou cystique) et va dans l'intestin. Cette bile a un rôle dans la digestion des lipides, en activant la lipase produite par le pancréas, et intervient dans la destruction de certains produits toxiques, comme l'hémoglobine et les hématies mortes.

- Un rôle de sécrétion interne :

On observe des métabolites très divers intervenant dans de très nombreuses réactions du métabolisme. Les cellules hépatiques assurent la fonction de sécrétion de certains produits mélangés à la bile. Les produits du foie sont évacués par les canaux hépatiques qui se joignent au canal cystique pour donner le canal cholédoque qui se jette dans le duodénum.

➤ Le pancréas :

Il a une double fonction que l'on observe avec 2 types cellulaires.

- Une fonction de sécrétion :

Le pancréas produit le *suc pancréatique*, qui contient diverses enzymes (en particulier : la *protéase*, la *trypsine*, la *lipase* et l'*amylase pancréatique*).

- Une fonction endocrine :

Elle est assurée par regroupement de cellules : les *îlots de Langerhan*, qui présentent 2 types cellulaires. Certaines produisent du *glucagon* à rôle hyperglycémiant et d'autres cellules produisent de l'*insuline* à rôle hypoglycémiant.

Le pancréas a un canal pancréatique de jetant dans l'intestin juste à côté du canal cholédoque. Au début de l'évolution, il y a plusieurs canaux ; puis au cours de celle-ci, ils se réunissent pour n'en former qu'un.

APPAREIL RESPIRATOIRE

Il assure les échanges gazeux : il prend l'O₂ dans le milieu ambiant (aquatique ou aérien) et rejette le CO₂, déchet qui résulte de diverses réactions métaboliques. En fonction du mode de vie, il existe 2 types de vie respiratoire : branchiale et pulmonaire. Auquel s'ajoute, dans les 2 cas, un organe particulier (non spécialisé pour la respiration) : la peau.

Respiration cutanée : *lézard aquatique* : 25% ; *lézard terrestre* : 16% ; *homme* : 1,4 à 1,5%

❖ L'appareil branchial :

⇒ *les vertébrés aquatiques*

Il est représenté par des branchies pouvant être de 2 types :

➤ Les branchies externes :

Ce sont de *simples replis cutanés*, peu vascularisés que l'on voit à la surface de l'animal. ces organes apparaissent avant les branchies internes, intervenant avant le percement des fentes branchiales. On ne les observe que chez *les larves d'amphibiens (têtards)* et *les larves de quelques poissons d'eau douce*.

Les Dipneustes : 4 paires de branchies externes.

Les têtards : 2, 3 ou 4 paires de branchies externes selon les espèces.

Exceptionnellement, elles peuvent subsister à l'état adulte. C'est le cas chez *le protoptère* (appartenant aux *Dipneustes*), chez *l'axolotl* (batracien nord-américain qui a conservé d'autres caractères larvaires)

La néoténie = la conservation de caractères larvaires à l'état adulte.

➤ Les branchies internes :

Lors de la formation du tube digestif, au niveau du pharynx, apparaissent des poches latérales s'ouvrant à l'extérieur et donnant les fentes viscéraux. Les parois de ces fentes vont se vasculariser excessivement et acquérir une fonction respiratoire : les fentes viscérales deviennent des fentes branchiales. Elles sont soutenues par des arcs branchiaux, les branchies sont les fentes.

6 fentes résultent d'une certaine évolution qui représentent le modèle le plus parfait (5 fentes branchiales + *le spiracle*)

Les Gnathostomes : présence de 5 paires branchiales qui peuvent, soit porter une branchie, soit être non fonctionnelle.

Les branchies sont soit en relation directe avec l'extérieur comme chez *les poissons cartilagineux* ; soit dans une cavité branchiale, l'isolant du milieu extérieur comme chez *les poissons osseux*.

Les poissons cartilagineux :

Vue de dessus :

-
-
-
-
-

-
les poissons osseux :

Vue de dessus

-
-
-
-
-
-
-
-

C'est le *plancher buccal* (montant et s'abaissant) qui provoque le courant d'eau. la nourriture ne peut pas passer latéralement sinon elle bloquerait le fonctionnement des branchies.

❖ L'appareil pulmonaire :

Poches = poumons, à parois richement vascularisées. Sa formation se fait au niveau d'un *diverticule ventral* à l'arrière du pharynx (5^{ème} arc branchial) qui s'allonge et se divise en 2. Les 2 *parties distales* s'élargissent pour former les poumons. La *partie proximale* donne la *trachée*, qui débute à la *glotte*. La région qui entoure la glotte est appelée le larynx.

Les Amphibiens : absence de trachée, les poumons débouchent à la glotte. La fente est maintenue fermée par 4 petits cartilages.

-
-
-
-
-

Chez beaucoup de *Batrachiens*, cette région peut produire des sons.

Les Reptiles : on a une véritable trachée différenciée qui montre *des anneaux cartilagineux transverses* pour donner une rigidité et pour que la trachée soit toujours maintenue ouverte. La trachée pénètre dans les poumons et donne *les bronches*.

Les Reptiles : toutes les bronches ne se subdivisent pratiquement pas ; au niveau de la glotte, ils ont les mêmes cartilages que *les Amphibiens*. Les sons sont rares, comme chez *le caméléon*, mais ils sont beaucoup moins perfectionnés que chez les amphibiens.

Les Oiseaux : présence de 2 paires de cartilages au niveau de la glotte : mais la production de son se fait plus en arrière, là où se présente la bifurcation des bronches, dans un organe particulier : *le syrinx*.

-
-
-

La trachée peut être très longue et présenter des enroulements sur elle-même.

Les mammifères : présence de 3 paires de cartilages qui s'ajoutent *aux cartilages thyroïdes*.

Vue latérale :

-
-
-
-
-

La production de sons au niveau de cette région laryngée au niveau des *cordes vocales*, qui ne sont pas des filaments mais des replis de la muqueuse laryngée actionnés par des *micro musculatures* spécialisées pour la production des sons (sons élaborés de façon brute mais ne se fait qu'avec de l'air sortant, exhalé). Chez l'homme, le mouvement est perfectionné et contrôlé par le mouvement de la langue et des lèvres, donnant un son articulé.

La pomme d'Adam : le cartilage thyroïde est plus saillant chez l'homme que chez la femme
⇒ dimorphisme sexuel.

▪ Les poumons :

= sac à parois richement vascularisées.

Certains poissons peuvent présenter des poumons. Ce sont des poissons d'eau douce où les poumons coexistent avec les branchies.

On pense que la conquête du milieu terrestre s'est effectuée à partir des deux.

Les Dipneustes (= poissons d'eau douce) : présence de poumons car ils sont adaptés au dessèchement des rivières. Ils forment un cocon de boue et y attendent la fin de la sécheresse. Ils peuvent y vivre pendant des semaines en respirant l'air. certains ne vivent que comme ça et reviennent à la surface gober l'air à la surface de l'air.

Le triton (Amphibiens) : le poumon n'est qu'un sac lisse.

-

La grenouille : la respiration cutanée, 87% de la respiration totale, ne laisse pas beaucoup de place pour la respiration pulmonaire.

-

-

Les Reptiles, peu évolués comme les lézards : présence de cloison sur une partie des parois mais pas assez développée pour former des parties individualisées, présence de parties ouvertes sur un espace commun et de parois fines.

-

-

Les Reptiles, plus évolués comme les crocodiles : la bronche évolue et se ramifie à l'intérieur du poumon. Chaque ramification se termine par une *chambre alvéolaire*.

-

-

-

Les oiseaux : présence d'un système très particulier. Les bronches pénètrent les poumons,

- dorsalement pour former *les bronchioles dorsales*,

- ventralement pour se ramifier en *bronchioles ventrales*.

Les bronchioles ventrales et dorsales se mettent en contact pour représenter la partie respiratoire. Il n'y a pas de possibilité pour stocker beaucoup d'air, car les poumons n'augmentent pas en volume, car en plus des poumons, il y a des poches (qui résultent de ramification à partir des bronchioles) disposées par paires et dont le volume est bien plus important que celui des poumons. Ces poches sont des *sacs aériens*.

Vue ventrale :

-

-

-

-

-

-

Les sacs ont une paroi très fine contenant de l'air. Tous ces systèmes représentent des réserves d'air et allègent l'oiseau.

La température corporelle est d'environ 41°C (le métabolisme tourne plus vite que chez un mammifère et brûle plus d'énergie à cause de l'envol) et la température différente entre les sacs aériens qui peuvent créer un courant de convection à l'intérieur du système.

Les mammifères : les poumons deviennent très complexes car les bronches se ramifient plusieurs fois, créant ainsi une alvéolisation importante des poumons.

Ex : *L'homme :* 750 millions d'alvéoles et 90m² de surface d'échange.

Les poumons sont souvent subdivisés en lobes pulmonaires, avec le poumon gauche plus réduit à cause de la place que prend le cœur.

APPAREIL RESPIRATOIRE

Il est associé à l'appareil respiratoire et permet les échanges gazeux par l'intermédiaire du sang. Le système est entièrement endigué, avec une partie qui contient *le sang* et une autre qui contient la *lymphe*, toutes 2 distinctes.

Les organes sont irrigués par des *artérioles* (=terminaisons les plus fines du système artériel)

-
-
-
-
-

La lymphe assure *la défense immunitaire*, produisant *les organes hématopoïèses*, et se mélange avec le sang. C'est la lymphe qui baigne les organes.

Le système sanguin est très simple chez les vertébrés aquatiques car il circule dans un seul circuit.

-
-
-
-
-

Les Tétrapodes : il y a une double circulation. Le cœur, au lieu de ne pulser que du sang veineux, le fait en direction des poumons ; mais il pulse aussi du sang artériel en direction des organes.

-
-
-
-
-
-

Cette double circulation n'apparaît qu'à partir des oiseaux, développant un cœur à 4 cavités séparant le cœur gauche et le cœur droit.